

EXPERIMENTAÇÃO E IMAGINAÇÃO NA APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS: REFLEXÕES TEÓRICAS E IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS

Experimentation and Imagination in Science Learning: Theoretical Reflections and Educational Implications

Experimentación e imaginación en el aprendizaje de las ciencias: reflexiones teóricas e implicaciones educativas

Maridalva Costa Nascimento*
Andreia Garibaldi Loureiro Parente**

Fecha de recepción: 7 de abril de 2019

Fecha de aprobación: 20 de octubre de 2019

Resumo

Neste artigo de investigação discutimos a participação da imaginação no ensino de ciências e biologia em dois contextos de atividade experimental, um demonstrativo e outro investigativo. Com base em nossos estudos anteriores, criamos duas situações hipotéticas explicitando as concepções de ciência, aprendizagem e o papel dos professores em cada uma dessas atividades experimentais. A partir de uma análise interpretativa do papel da imaginação nestes dois contextos, concluímos que a imaginação é mais valorizada na atividade experimental investigativa, embora não seja um construto teórico que fundamente essa abordagem. Tal fundamentação seria possível a partir de uma concepção de aprendizagem como produção de sentidos subjetivos, alternativa ao pensamento dominante, que concebe a aprendizagem como assimilação de conceitos.

Palavras-chave: experimentação; imaginação; aprendizagem

* Doutoranda em Educação em Ciências e Matemáticas–Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3347-1277>. Correio eletrônico: maridalva.nascimento@iemci.ufpa.br

** Doutora em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista (UNESP – Campus Bauru) – Professora Adjunta IV–Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3396-700X>. Correio eletrônico: andrela@ufpa.br

Abstract

In this research article, we discuss the participation of imagination in science and biology teaching in two contexts of experimental activity, one demonstrative and the other investigative. Based on our previous studies, we created two hypothetical situations making explicit the concepts of science, learning and the role of teachers in each of these experimental activities. From an interpretative analysis of the role of imagination in these two contexts, we conclude that imagination is more valued in experimental investigative activity, although it is not a theoretical construct that underlies this approach. Such foundation would be possible from a conception of learning as the production of subjective senses, an alternative to the dominant thought, which conceives learning as the assimilation of concepts.

Keywords: experimentation; imagination; learning

Resumen

En este artículo de investigación discutimos la participación de la imaginación en la enseñanza de la ciencia y la biología en dos contextos de actividad experimental, uno demostrativo y otro investigativo. A partir de nuestros estudios previos, creamos dos situaciones hipotéticas en la que explicitamos los conceptos de ciencia, aprendizaje y el rol de los docentes en cada una de estas actividades experimentales. A partir de un análisis interpretativo del papel de la imaginación en estos dos contextos, concluimos que la imaginación es más valorada en la actividad investigadora experimental, aunque no es un constructo teórico que subyace a este enfoque. Tal fundamentación sería posible a partir de una concepción del aprendizaje como producción de sentidos subjetivos, una alternativa al pensamiento dominante, que concibe el aprendizaje como la asimilación de conceptos.

Palabras clave: experimentación; imaginación, aprendizaje

Introdução

O ensino de ciências e biologia deveria valorizar e incentivar à imaginação dos estudantes, pois é essa capacidade que oportunizará a eles fazerem uma leitura do mundo em que vivem no sentido não apenas de entender determinado contexto, mas de transformá-lo para melhor, como defendido por Chassot (2010). Nesse sentido, tal discussão pode suscitar a reflexão do professor sobre sua própria prática, a qual muitas vezes podem não ter consciência, como sinalizado por Lopes e Precioso (2016). Além do que, ainda se faz necessário desmistificar a ideia de que só é possível trabalhar atividades de experimentação se houver disponibilidade de laboratório (Bassoli, 2014).

Essa discussão é de suma importância em um contexto em que não é mais concebível que os estudantes desconheçam para que estejam estudando determinado assunto, que não consigam fazer nenhuma relação com a sua vida, e que sejam alheios à utilização desse conhecimento (Beane, 2003), ou seja, “não é mais possível conceber a aprendizagem como uma atividade apenas de reprodução ou cumulativa” (Pozo e Crespo, 2009, p. 22).

A experimentação ocupa um papel de destaque no ensino e aprendizagem na área de Educação em Ciências (biologia, física e química) (Cachapuz, Praia, e Jorge, 2004). Para Astolfi, Peterfalvi e Vérin (1998), com as práticas experimentais se almeja, não apenas o desenvolvimento intelectual dos estudantes, mas, principalmente, que eles tenham acesso à realidade por meio da manipulação de instrumentos. O que exige tempo para que possam utilizá-los com segurança, distanciando-os por um período, de um mundo excessivamente “virtual”. Contudo, não podemos desprezar a importância que as simulações, inclusive experimentais, realizadas em computadores, têm no ensino de ciências e biologia.

Na perspectiva do ensino por investigação, a experimentação investigativa tem sido a mais recomendada atualmente (Carvalho, 2013; Malheiro, 2016; Sasseron e Machado, 2017), por compreender-se que é fundamental criar outra imagem de ciência em contraposição à ideia de ciência pronta, inquestionável, neutra, realizada por um modelo de cientista que ainda predomina no contexto escolar, como uma pessoa esquisita, superdotada, que vive isolada, usa jaleco branco, usa óculos e muitas vezes é vinculada a figura masculina, como constatou Arroio, Santana e Silva (2012). A experimentação investigativa está dentro do contexto de Ensino de Ciências por Investigação —no qual o professor assume o papel de mediador durante o processo.

As atividades experimentais também têm sido alvo de discussões e pesquisas de outros estudiosos da área de Educação em Ciências (Cañal, 1999; Cachapuz et al., 2004), visto que envolve aspectos considerados relevantes dentro de um contexto em que é desejável formar cidadãos alfabetizados cientificamente (Chassot, 2010; Cachapuz, Gil-Pérez, Carvalho, Praia, e Vilches, 2011), ou seja, capazes de se posicionar de forma crítica ante as situações do seu contexto ou que os atinge direta ou indiretamente.

Para Parente (2012), “a investigação que juntos podem fazer professores e estudantes, poderá extrapolar conteúdos de ensino por outros aspectos, como por exemplo, conteúdos relacionados ao bairro, à escola ou a um grupo específico” (p. 20). Corrobora assim, com Caamaño (2010), que ao se referir à investigação como um tipo de trabalho prático, estende sua utilização para resolver problemas que extrapolam a intenção de compreender os conteúdos escolares, mas orientados para as questões de relevância social, como defendido por Cachapuz, Praia e Jorge (2000).

Para Valbuena e Puentes (2010), as atividades práticas devem “se desenvolver como resposta a perguntas e/ou problemas” (p. 91, tradução nossa). Contudo, depende da abordagem do professor. Visto que, a experimentação pode ser abordada de várias formas, desde uma concepção empírico-indutivista (Silva e Zanon, 2000), ou seja, quando se acredita que a natureza é traduzida tal qual é na realidade, que o conhecimento está posto, é neutro e é imutável (visão dogmática de ciência), até uma concepção de ciência enquanto construção, que assume uma perspectiva pós-positivista (Driver, Asoko, Leach, Mortimer e Scott, 1999; Silva e Zanon, 2000; Cachapuz et al., 2004).

A tendência de ensino Experimentação tem caráter não conclusivo (Laburú e Zômpero, 2011). E do mesmo modo que o ensino de ciências passou por mudanças, com o fim de atender às necessidades da sociedade num determinado período histórico, predominou a ideia de que com a observação os estudantes deveriam formular conclusões. Hoje, há um consenso de que é um recurso da atividade investigativa que auxilia na discussão de um tema de estudo e contribui para a elaboração de respostas para problemas no campo da relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

No levantamento realizado na *Revista Bio-grafía*, encontramos o estado da arte sobre trabalhos práticos (TP) realizado por Valbuena et al. (2010; 2011; 2012; 2013), os quais foram analisados segundo um sistema de categorias proposto por Valbuena e Puentes (2010). Para os autores, esta análise é importante porque:

Pode levar a compreender de que maneira se tem pensado e estruturado os TP na escola, e assim poder pensar em formas de transformação que impliquem para que estas práticas favoreçam a aprendizagem significativa não somente de conceitos básicos da biologia, sim que permitam aos estudantes e professores apropriar-se da natureza da ciência e em especial da biologia, distanciando-se de visões deformadas que em muitos casos são transmitidas através da realização algorítmica de TP. (p. 85, tradução nossa)

Entendendo por trabalho prático as práticas de laboratório¹ e as saídas de campo.

Os autores analisaram revistas da área de Educação em Ciências. Tendo encontrando um alto índice de artigos referentes aos trabalhos práticos no ensino de biologia. Em uma das categorias de análise —o problema de investigação—, os resultados mostraram poucas publicações em que havia problematização na realização dos trabalhos práticos. Isso sinaliza para a prática como comprovação da teoria, em que se utilizam protocolos experimentais para que sejam seguidos pelos estudantes. O que segundo Valbuena e Puentes (2010) é comum nas escolas.

Do nosso ponto de vista, tais atividades quando desenvolvidas no modelo supracitado, tipo “receita”, pouco têm a contribuir para o desenvolvimento dos estudantes. E embora possam entusiasma-los inicialmente, pelo fato de colocá-los em um ambiente como o laboratório, ou lhes apresentar materiais para manipulação não comumente usados em sala de aula. Contudo, ao se mostrar aos estudantes o caminho que devem seguir e os resultados que devem obter, estes têm suas possibilidades de reflexão e ação frustradas.

Não obstante, a experimentação é bem vista, por estudantes e docentes, enquanto ferramenta capaz de despertar o interesse nas aulas de ciências (Giordan, 1999). Porém Hodson (1994), ao fazer um exame crítico do papel do trabalho prático com fins educativos adverte que esse interesse não ocorre com boa parte dos estudantes, e que esse tipo de atividade, quando desenvolvida em uma perspectiva empírico-indutivista pode até mesmo se constituir em empecilho para a aprendizagem. Ele afirma que, “o trabalho prático, tal como se leva a cabo na atualidade, apresenta demasiadas barreiras desnecessárias

que dificultam a aprendizagem” (Hodson, 1994, p. 304, tradução nossa).

Tendo como base o autor supracitado, Silva e Zanon (2000) ao discorrerem sobre o papel da experimentação no ensino de ciências, pressupõem “que ter aulas experimentais não assegura, por si só, a promoção de aprendizagens significativas” (p. 120). Nesse viés, Bassoli (2014) destaca que sem levar em consideração os aspectos humanos (respeito, cooperação, engajamento), qualquer atividade que se realize em sala de aula, seja ela experimental ou não, é candidata ao insucesso, ou seja, pode não resultar na aprendizagem dos estudantes.

Para compreender a aprendizagem em ciências um referencial utilizado é a vertente construtivista, em particular a perspectiva histórico-cultural de Vygotsky. Assim, aprender ciências tem sido considerado como um processo sócio-construtivista (Driver et al., 1999; Mortimer e Machado, 2001; Cachapuz et al., 2004) e aprender significa apropriar-se dos conhecimentos científicos (Driver et al., 1999; Mortimer e Machado, 2001).

Um desdobramento atual da perspectiva histórico-cultural é a Teoria da Subjetividade de González Rey (2006) (Tacca, 2006; González Rey e Mitjans Martínez, 2017; Mitjans Martínez e González Rey, 2017). Sustentado no paradigma da complexidade, concebe o sujeito na sua dimensão simbólico-emocional como produtor de sentidos subjetivos.

Tal compreensão origina desdobramentos para a aprendizagem escolar (Mitjans Martínez e González Rey, 2017) e novas ideias sobre a aprendizagem, na qual a imaginação ocupa papel de destaque, em uma nova compreensão de aprendizagem (Mitjans Martínez, 2012; Mitjans Martínez, 2014; Mitjans Martínez e González Rey, 2017).

Nosso investimento tem sido na direção da reflexão sobre a aprendizagem em ciências e biologia, em particular no âmbito do ensino por investigação, por compreender que tais ideias nos ajudam a repensar as práticas investigativas (Parente, 2012).

É comum o uso do termo sujeito ativo no ensino de ciências e biologia. Em algumas tendências, como a experimentação², o sujeito é ativo na ação de aprender (aprendiz ativo) em contraposição à de espectador ou observador. A esse respeito, Azevedo (2004) destaca que:

1 “A principal característica deste TP é que permite o estudo dos fenômenos biológicos a diferentes níveis (morfologia, estrutura, funcionamento, etc.) fora de suas condições naturais, concretamente sob condições de laboratório (é dizer: “controladas”) (Valbuena e Puentes, 2010, p. 89, tradução nossa).

2 Neste estudo nos referimos a experimentação investigativa que constitui o Ensino por Investigação proposto por Carvalho, Vannuchi, Barros, Gonçalves e Rey (2009) e Carvalho (2013).

Utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações. (p. 22)

O sujeito ativo no ensino de ciências e biologia nessa perspectiva, não é somente pelo fato de manusear instrumentos, mas de questionar e buscar resolver problemas para os quais inicialmente não tem uma resposta. A própria autora destaca que “a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, [...] o aluno deve refletir, discutir, explicar” (p. 21).

Contudo, todo o investimento para o envolver-se do estudante visa a compreensão de um conceito. As estratégias pedagógicas são consideradas recursos externos aos sujeitos que aprendem e não como “recursos relacionais que orientam o professor na criação de canais dialógicos, tendo em vista adentrar o pensamento do aluno, suas emoções, conhecendo as interligações impostas pela unidade cognição-afeto” (Tacca, 2006, p. 48). A emoção é considerada fator importante na ação de aprender na teoria da subjetividade (González Rey, 2012; Mitjáns Martínez, 2012; Mitjáns Martínez, 2014; González Rey e Mitjáns Martínez, 2017).

Desse modo, temos avaliado diferenças em relação ao uso do termo a partir da teoria da subjetividade. No âmbito da teoria da subjetividade o sujeito ativo é imaginativo, o que pressupõe uma concepção de aprendizagem que é nova para a área de Educação em Ciências. O sujeito que aprende é ativo porque abre novas vias de subjetivação, produzindo sentidos subjetivos, ou seja, ele é capaz não apenas de personalizar a informação (aprendizagem compreensiva), mas, de confrontá-la e, até mesmo, transcendê-la (aprendizagem criativa) (Mitjáns Martínez, 2012, 2014; Mitjáns Martínez e González Rey, 2017).

A imaginação é uma função imprescindível para que os estudantes possam pensar na existência de conhecimentos que eles mesmos não têm como experienciar (Pietrocola, 2004). Ou seja, a imaginação é fundamental no processo de aprendizagem em ciências e biologia, sendo recomendável valorizá-la. Pois ao criar barreiras para essa capacidade cultural do sujeito ele perde o interesse e o encantamento pela ciência (González Rey, 2006, 2014; Mitjáns Martínez, 2014). Ao se referir à imaginação González Rey (2014) faz a seguinte afirmação:

A imaginação (como criação e produção) é a qualidade que sinaliza a presença do subjetivo em todas as funções e atividades humanas. [...] Quando a pessoa realiza suas atividades sem envolvimento emocional, a imaginação não tem lugar, sendo as atividades naturalizadas, transformando-se em sequências de operações monótonas e rigidamente estabelecidas. (p. 46)

Desse modo, compreendemos que situações de ensino com potencial para mobilizar os estudantes são aquelas que o afetam emocionalmente, de maneira que se implique com o que estão a realizar, mobilizando recursos subjetivos na ação de aprender. E com vistas a este cenário, as relações estabelecidas em sala de aula ganham significado.

Isso nos leva a pensar no lugar do aprender ciências e biologia na subjetividade de estudantes no contexto de atividades experimentais, e como a imaginação participa de tal aprendizagem.

O papel do professor e o lugar que a imaginação ocupa em atividades experimentais

A partir das reflexões apresentadas e considerando que o professor tem o papel de mediar o processo de aprendizagem dos estudantes, elaboramos as seguintes indagações: *Que concepções de ensino sustentam uma atividade experimental demonstrativa e uma atividade experimental investigativa? Qual o papel do professor nesses contextos teóricos de ensino? Há incentivo e valorização à expressão da imaginação dos estudantes em função da ação/interação do professor? Quais aprendizagens são projetadas em decorrência de tais contextos?*

Responderemos essas perguntas a partir de duas situações de ensino hipotéticas, formuladas com base nas concepções teóricas de experimento demonstrativo e experimento investigativo. Problematizaremos sobre as condições que podem ser criadas na direção de valorizar e incentivar a expressão da imaginação de estudantes no ensino de ciências e biologia.

As discussões que serão feitas em função de indicar a expressão da imaginação em uma atividade de investigação, se orientaram a partir de dados empíricos de dois contextos de estudos diferentes: um com estudantes da educação básica (Nascimento, Almeida e Silva, 2008) e outro, com professores de ciências (Nascimento, 2016).

Assim, tais situações (de ensino) hipotéticas são decorrentes de nossas experiências com tais práticas, em particular dos desdobramentos de nossas pesquisas de mestrado e

doutorado, e das reflexões teóricas que temos desenvolvido com o estudo da aprendizagem na perspectiva da Teoria da Subjetividade.

Apresentamos um fenômeno e discutimos a partir de duas perspectivas, indicando hipoteticamente a expressão da imaginação dos estudantes.

O Fenômeno

Após florescer, uma flor muda de cor durante o dia. Uma planta parecida com a papoula (amor-de-homem) muda de cor durante o dia. Tais observações são suscetíveis de causar curiosidade e questionamentos. É um fenômeno passível de estudo, pois embora características como a cor da flor sejam determinadas geneticamente, os genes em interação com o ambiente podem ter sua expressão modificada (Snustad e Simmons, 2008).

Assim, podem ser feitas discussões relevantes para o ensino de ciências e biologia, envolvendo conteúdos relativos à: reações químicas; interação entre fatores físicos, químicos e biológicos; interação entre os organismos; relações entre os seres vivos, a ciência e a tecnologia. *Como esse fenômeno pode ser abordado em uma perspectiva de ensino demonstrativo e outro de ensino investigativo?*

Experimento demonstrativo

O experimento demonstrativo tem espaço dentro de uma visão tradicional de ensino. Nesta perspectiva de ensino a pergunta que orienta a atividade compreende uma formulação fechada. Isso significa que importa identificar o que causa o fenômeno. O fenômeno é relevante de ser investigado por que remete a compreensão da existência de fatores que são suas causas. Esses fatores determinam a mudança de cor. As perguntas: *Qual substância determina a mudança de cor?*, *Qual o efeito da temperatura sobre a mudança de cor da flor?*, *Qual o efeito da luminosidade sobre a mudança de cor da flor?*, atendem o propósito exposto em uma perspectiva demonstrativa.

Para cada pergunta temos uma única resposta, que exigirá a manipulação de variáveis (Gomes e Borges, 2005; Harlen, 2007). Neste caso, já se tem uma resposta para o problema, o qual visa a formação de um conceito. O professor trabalha na seguinte perspectiva:

- É ele que define o problema;
- O estudante tem uma postura passiva (observador);
- O problema é respondido pelo experimento;

- A base epistemológica é de uma ciência empírica (Driver et al., 1999; Cachapuz et al., 2011)
- O professor usa os meios para alcançar os fins;
- E, demonstra a resposta.

Assim, para a pergunta *Qual substância determina a mudança de cor?*, postas pelo professor, a atividade poderá desenvolver-se no sentido de demonstrar a presença da antocianina nas flores da referida planta. Ele poderá fazer isso, triturando as flores com água no liquidificador e posteriormente usando a solução como detector de ácido/base. Sabendo que a antocianina pode evidenciar o pH das soluções, testando em uma solução ácida obterá a coloração azul, e em uma solução básica a coloração rosa. Desta forma confirmará a presença deste pigmento nas flores rosa choque de *Hibiscus mutabilis*.

Tudo é protagonizado pelo professor, desde a apresentação do problema até a sua solução, típico de um ensino por transmissão (Cachapuz et al., 2000), que em seus pressupostos teóricos não valoriza e nem incentiva à imaginação.

Deste modo, esta sequência de eventos tem recebido críticas de vários pesquisadores, dentre eles, Silva e Zanon (2000), Cachapuz et al. (2011). “Essa forma de aprender que não reflete uma expressão criativa, normalmente, exclui a curiosidade, o entusiasmo, a descoberta e esvazia de sentido o processo de aprendizagem” (Amaral e Mitjans Martínez, 2009, p. 149).

Para Silva e Zanon (2000), “uma visão de ciência externa, neutra, quantitativa, empírica, gera no ensino e na aprendizagem uma visão de sujeito isento/neutro, que reproduz de forma passiva o que lhe é apresentado” (p. 122).

Essa é uma concepção tradicional de ensino que pode gerar pouco impacto sobre a aprendizagem dos estudantes, uma vez que está orientado para uma aprendizagem reprodutiva-memorística, por não contribuir para o desenvolvimento do estudante (Mitjans Martínez e González Rey, 2017).

Nesse sentido, Harlen (2007,) defende que “a ciência abarca muito mais que o experimento controlado, a medida objetiva e a minuciosa comprovação das predições. Depende delas, mas também do pensamento criativo e da imaginação: uma empresa verdadeiramente humana” (pp. 27-28).

Nesse contexto, o professor não cria condições para a reflexão, não instiga a participação dos estudantes. Logo, não se valoriza e incentiva a imaginação no processo de aprendizagem. Não se abre espaço para o diálogo, no

sentido de dar liberdade para que os estudantes expressem suas ideias ou se posicionem de forma crítica, não respondendo para atender as expectativas do professor, mas conforme o seu entendimento.

Esse seria o momento em que o professor teria acesso ao pensamento deles, e assim poderia fazer intervenções que contribuíssem para o desenvolvimento subjetivo dos estudantes. O que poderia resultar na personalização da informação ou criação de novas ideias.

Experimento investigativo

O experimento investigativo é definido pelos pressupostos teóricos do ensino por investigação. Carvalho define como ensino por investigação:

O ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos: pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas. (2018, p. 766)

O que investigar?

Em uma atividade investigativa o problema é aberto, pois não define as hipóteses que devem ser investigadas, deixando livre para que os estudantes possam imaginar perguntas e soluções. No caso do fenômeno apresentado, tais perguntas podem envolver, desde um nível de conhecimento sobre a necessidade interna da planta até a necessidade de outros organismos que dela possam depender, ou seja, a busca por uma justificativa para a mudança.

Segundo Caamaño (2010), a forma como o problema é anunciado aos estudantes implica diretamente no grau de abertura da investigação. Nesta direção uma pergunta aberta pode ser formulada nos seguintes termos: *Que fatores são cruciais para a mudança na coloração da flor e que relação existe entre eles?*

Ao não especificar que fatores investigar, o professor incentiva os estudantes a proporem hipóteses diferentes, avaliar com seus pares a viabilidade do estudo e elaborar desenhos experimentais. O papel do professor é de encorajar os estudantes, discutir suas intenções, fornecer ferramentas importantes para apoiar o pensamento deles e orientar o processo (Carvalho, Vannuchi, Barros, Gonçalves e Rey, 2009; Carvalho, 2013). Sobre o papel do professor Cachapuz et al. (2004, p. 368) afirmam ser necessário “uma disponibilidade científica acrescida por

parte dos professores, [...] exige elevada competência científica e didática”.

O que saber para investigar? Que hipóteses investigar?

Consideramos a seguir algumas atividades prévias, importantes para orientar e viabilizar o estudo das hipóteses, valorizando o ensino dos conteúdos programáticos. De acordo com as hipóteses apresentadas na tabela 1, o professor tem o papel de orientar o estudo em articulação com o currículo intencional.

Identificação da planta

Se faz necessário, para que se possa buscar na literatura pertinente o que se tem sobre ela. Iniciar a busca utilizando o nome popular e sua principal característica – a mudança na pigmentação da flor se constitui um caminho viável. O uso da internet e a busca da identificação em herbários constituem um meio favorável para isso.

A referida planta é da família Malvaceae, sendo conhecida no Brasil, como: amor-de-homem, papoula-de-duas-cores, aurora, rosa-branca, rosa-louca, rosa-paulista, rosa-de-jericó e malva-rosa (Lorenzi e de Souza, 2008). Também é conhecida como: amor al uso e malva rosa, na Espanha; confederate rose e cotton rose, nos países de língua inglesa (Corrêa, 1978). Além disso, suas folhas e flores têm uso medicinal (Burkill, 1985).

Observação da flor na planta

Com a intenção de identificar as mudanças na pigmentação da flor e o seu possível polinizador. Isso partirá do conhecimento prévio de que suas flores mudam de cor no decorrer do dia e que as plantas com flores necessitam de agentes polinizadores para sua reprodução.

Em relação ao processo de observação, Harlen (2007) destaca que o papel do professor deve ser criar condições para que os estudantes façam observações minuciosas. Ele pode fazer isso providenciando instrumentos que ajudem na observação (lupa, fita métrica, etc.), e comentando sobre o que se observa.

Nesse sentido, Canãl (1999) afirma que “se consideram muito importante as experiências de observação ou experimentação direta sobre a realidade relacionada com o problema, como via para ampliar a informação inicialmente disponível a respeito e como meio para contrastar hipóteses relativas ao mesmo” (p. 19).

A polinização —transporte do grão de pólen da antera até o estigma (da mesma ou de outra flor)— pode se dar pelo vento e por animais. Sendo que os principais agentes polinizadores de flores das plantas que produzem frutos são os animais, e em maior número os insetos. Para atraí-los as plantas desenvolveram diferenciações em sua anatomia floral, como: flores grandes, pétalas vistosas (ou com cores fortes), produção de aroma por glândulas odoríferas e/ou nectáreas (Raven, 2014). No caso da planta em estudo, a flor torna-se vistosa. Logo, já se teria uma razão para a mudança na sua pigmentação.

Estudo do período de vida da flor

Indagação sobre quanto tempo a flor permanece na planta. Com a identificação de um botão, fazendo uso de uma fita, é possível fazer observações e registros, desde a abertura do botão floral até a sua “queda” da planta.

A longevidade floral é o período de tempo durante o qual a flor permanece aberta e funcional, podendo então dispersar e/ou receber grãos de pólen. Algumas plantas aceitam que os óvulos sejam fertilizados pelo seu próprio pólen, outras, porém, não aceitam e esperam pela chegada do pólen vindo de outro indivíduo, o que pode ser demorado, e por conta disso, a flor pode permanecer aberta e funcional por um período mais longo (Eiterer, 2010).

Observação da flor no copo com água

Será que ocorre a mudança na sua pigmentação, mesmo retirada da planta “mãe”? Esse questionamento poderá indicar ações futuras. Caso ocorra a mudança de pigmentação, isso sinalizará para a manipulação dos eventos. O que é de grande valia, pois poderá cooperar para resultados que não são vistos na natureza. Neste caso, “a abordagem experimental é capaz de obter informações consideravelmente mais detalhadas e precisas do que as que se originam de observações passivas” (Hodson, 1988, p. 3).

Para o prosseguimento do estudo, é interessante identificar dentre as variáveis explicitadas, quais podem ser manipuladas (independentes), e qual variável deve ser comparada (dependente), e quais devem permanecer constantes. A manipulação das variáveis se dará em função das hipóteses que forem elaboradas.

As hipóteses são “técnica de procedimento que inclui a aplicação de conceitos e conhecimentos para tratar de explicar coisas” (Harlen, 2007, p. 143, tradução nossa). Ou seja, para elaborar uma hipótese o estudante deve relacionar o fenômeno que deseja estudar com seus conhecimentos ou experiências anteriores. Para Vygotsky (2014) e González Rey (2014, p. 51), a experiência se constitui a base para a imaginação, e assim, quanto maior a experiência, mais recursos (conhecimento, vivência) se tem para imaginar. Para o primeiro autor, “quanto mais rica for a experiência humana, mais abundante será o material disponível para a imaginação” (p. 12).

Assim, entendemos que expor os estudantes as mais variadas situações de ensino durante o tempo estudantil, pode contribuir de maneira significativa para suas aprendizagens.

Para o problema aberto, antes formulado, sugerimos as hipóteses listadas na Tabela 1.

Tabela 1. Hipóteses

Hipótese	Conhecimento prévio
A temperatura	Conhecimento de que a temperatura é um dos fatores que interferem na ação das enzimas.
A luz	Conhecimento de que os precursores dos cloroplastos permanecem incolores na ausência da luz.
O Ph do solo	Conhecimento de que as hortênsias em solo básico são rosas e em solo ácidos são azuis.
A disponibilidade de água	Conhecimento que as reações químicas ocorrem na presença de água (hidrólise).

Fonte: Elaboração própria.

Temperatura: o estudo do efeito da temperatura sobre a pigmentação da flor

Tal hipótese requer imaginar como se investigar o efeito da temperatura, qual tempo de exposição da pétala à variação da temperatura. Um conhecimento prévio nessa atividade é a de que as enzimas são responsáveis pelas reações químicas que acontecem dentro da célula (De Robertis e De Robertis, 1993), e que podem ter sua ação deprimida em baixas temperaturas (Junqueira e Carneiro, 1991). Utilizar caixa de isopor com gelo e papel filme (a ser posto no lugar da tampa) para que a flor tenha acesso à luz, pode se constituir uma proposta interessante para investigar a hipótese sugerida.

Luz: o estudo do efeito da luz sobre a mudança da pigmentação da flor

Testar tal hipótese requer imaginar como manipular essa variável para impedir que a flor (ou a pétala) tenha acesso a ela. Atividade que pressupõe conhecimentos teóricos de que os precursores dos cloroplastos permanecem incolores na ausência de luz, e que esta tem a capacidade de converter um pigmento em outro (Alberts et al., 1997). Uma possibilidade de investigar tal hipótese inclui usar um saco confeccionado com lona dupla face, colocá-lo logo ao amanhecer sobre a flor recém-aberta e retirá-lo ao anoitecer para observações.

Os resultados dos dois experimentos poderão ou não conduzir a reflexões para estudar a luz e a temperatura de forma conjunta, o que requer manipular as duas variáveis – luz e temperatura. Há necessidade de pensar, propor e avaliar um experimento em que a flor (ou a pétala) retirada da planta seja exposta à baixa temperatura sem acesso à luz. Uma caixa de isopor forrada com lona dupla face e com gelo em seu interior pode ser uma boa sugestão.

Ph do solo: o estudo do efeito do pH do solo sobre a pigmentação da flor

Requer a coleta e análise (em laboratório especializado) do solo em volta da planta. O conhecimento de que as hortênsias (*Hydrangea macrophylla*) em solos básicos são rosas e em solos ácidos são azuis sustentam essa hipótese. Imaginar o uso de substâncias que altere o Ph do solo, como por exemplo, utilizar fertilizante rico em alumínio (o que tornará o solo ácido) e após alguns meses observar se haverá modificação na pigmentação da flor para azul. Essa proposição envolve conhecimentos teóricos sobre o assunto.

Água: o estudo da disponibilidade de água para a mudança da pigmentação da flor

O conhecimento de que as reações químicas ocorrem na presença da água (hidrólise) pode suscitar esse estudo. Porém privar a planta de água acarretará prejuízos em seu metabolismo que podem ser obstáculos para obter uma resposta ao problema proposto.

Se houver o intento de realizar, é preciso imaginar um experimento que impeça a planta de receber água (inclusive da chuva). Medir uma área que seja superior ao espaço ocupado pela planta e fazer uma cobertura é uma sugestão.

Por fim, é possível fazer um estudo dos pigmentos.

Pigmentos: o estudo dos pigmentos presentes em cada estágio da flor

Para fazer tal estudo, pressupõem-se imaginar que alguns pigmentos podem ficar camuflados na presença de outros, e requer alguns conhecimentos teóricos, tais como: os pigmentos do grupo dos carotenoides são solúveis em lipídios e responsáveis pelas cores de muitas flores; alguns pigmentos do grupo dos flavonoides podem ser solúveis em água, e outros, solúveis em éter etílico e etanol, e também podem dar cor as flores; no grupo dos flavonoides as antocianinas se destacam, com uma variação nas suas cores – desde um tom vermelho à púrpura, até o azul (Domínguez, 1973; Raven, Evert, e Eichharn, 1996).

Fazer esse estudo requer imaginar, quais substâncias podem ser usadas como solventes, e quais os possíveis procedimentos. A sugestão seguinte pode ser interessante na realização do estudo: O álcool, a água e o óleo (em diferentes momentos) podem ser utilizados como solventes. Maceração das pétalas da flor em cada um dos seus estágios —branca, rosa-claro e rosa-choque, e adição do solvente—. O papel filtro para avaliar a migração dos pigmentos.

Aqui a imaginação pode se expressar de várias formas: no imaginar que fatores podem estar implicados no processo de mudança de pigmentação da flor (as hipóteses); no planejar ações para testá-las; no confronto de informações que possam elucidar o fenômeno; no controle de variáveis; nos possíveis resultados para cada experimento (previsões); nas avaliações dos erros; nas conclusões; e na comunicação.

Tendo ciência de que dentro da área de Educação em Ciências (Biologia, Física, Química), a biologia se difere das duas últimas, por apresentar especificidade no seu objeto de estudo, os seres vivos, que por sua complexidade, diversidade e singularidade, fazem pairar incerteza quanto a essa ciência ser experimental (Valbuena e Puentes). Os autores enfatizam que:

Em la naturaleza no existen dos organismos iguales, lo qual dificulta la posibilidad de hablar de un organismo testigo y un organismo modificado como patrones de comparación frente a um experimento, es decir es necesario atender a la individualización de los seres vivos, en donde cada organismo es diferente a otro. (2010, p. 97)

Isso sinaliza para o cuidado que se deve ter na manipulação de eventos nos experimentos e na generalização de resultados. Nesse sentido, há um consenso entre os pesquisadores na área de ciências biológicas, de que, embora a experimentação seja importante para diversos ramos

da biologia, o método de observação- comparação é de suma importância para o estudo dos fenômenos biológicos (Scarpa e Silva, 2013).

E tendo em conta que a explicação de alguns fenômenos não se dá por meio da experimentação nem da observação, mas somente pela construção de conceitos (Valbuena e Puentes, 2010) favorece à reflexão de uma ideia de ciência como produção de modelos, os quais só são possíveis de serem construídos através de processos imaginativos.

Conquanto, organizar situações problemas que oportunizem aos estudantes autonomia e autoria se constituem em um exercício imaginativo para o professor de ciências e biologia, o qual também passa a ser autor do seu processo de ensinar/aprender.

Assim, nesta abordagem o professor tem o papel de:

- Problematizar o conteúdo;
- Dialogar com os estudantes;
- Incentivar a interação e a participação dos estudantes, que buscam soluções para o problema (pesquisa partilhada entre estudantes e professor).
- Ter como base epistemológica uma ciência em construção.

Considerando os pressupostos teóricos que sustentam essa abordagem, e as condições anteriormente expostas para o fenômeno, que envolve saberes que não se restringe somente ao conteúdo conceitual, mas envolve conteúdos procedimentais e atitudinais, podemos considerar teoricamente, a valorização e o incentivo à imaginação (Mitjáns Martínez e González Rey, 2017). Neste sentido, González Rey destaca que:

A criação de um cenário social participativo na sala de aula, e a organização das tarefas de ensino de forma provocadora e não acabada, que obrigue os alunos a pensar e se posicionar, são elementos importantes para pensar num processo educativo que estimule a emergência do sujeito que aprende. (2012, p. 38)

Embora esse autor reconheça que isso não seja garantia para a emergência do sujeito que aprende —visto que isto vai depender dos sentidos subjetivos que ele produz naquele momento e que se relacionam com sentidos subjetivos produzidos em outras vivências— não descarta a possibilidade de estratégias que possam ser facilitadoras desse processo.

Para cada perspectiva de ensino, respondemos alguns questionamentos em relação: ao papel do professor, o papel do estudante, as concepções que os sustentam.

Desse modo, ao abordar o referido fenômeno *na perspectiva do ensino demonstrativo*, ficará evidente os seguintes aspectos: predomínio de operações de assimilação mecânica dos conteúdos pelo estudante que assume uma postura passiva, sem interesse pelo que “aprende”, esquecendo com facilidade o que lhe é transmitido pelo professor, o qual tem uma postura impositiva. Não há vinculação entre a vida social e a aprendizagem a qual está sustentada numa visão de ciência – acabada; absoluta; que retrata a “verdade” sobre a natureza; descontextualizada; empírico-indutivista, atórica e a problemática. Assim, criasse barreiras para a expressão da imaginação, resultando numa aprendizagem reprodutiva-memorística, que não contribui para o desenvolvimento do estudante.

De outro modo, ao abordá-lo *na perspectiva do ensino investigativo*, ficará evidente outros aspectos: predomínio de operações reflexivas pelo estudante que assume uma postura ativa, se implicando de forma intencional e emocional com seu processo de aprender. O professor atua como mediador, está aberto ao diálogo, instiga a curiosidade dos estudantes e valoriza o trabalho em grupo. Sua concepção de aprendizagem está sustentada numa visão de ciência como construção, contextualizada, que explica os fenômenos da natureza por meio de modelos. Assim, facilita-se a expressão da imaginação, podendo resultar em uma aprendizagem compreensiva, que contribui para o desenvolvimento do estudante.

Além do que, como já sinalizado, o ensino de ciências por investigação não se restringe à aprendizagem de conteúdos conceituais, mas envolve os conteúdos procedimentais, e também os conteúdos de natureza atitudinal, ou seja, daquilo que o estudante irá fazer com o que ele aprende.

Os conteúdos procedimentais são aprendidos de forma gradativa pelo exercício, e transitam desde as simples técnicas e destrezas, como medir a temperatura, até as estratégias de aprendizagem e raciocínio, como: a maneira como o estudante adquire, interpreta e analisa a informação; o modo como faz inferências, compreende, organiza conceitualmente, e comunica essa informação (Pozo e Crespo, 2009).

Os conteúdos atitudinais dizem respeito a atitude do estudante na relação com o outro e com a ciência. Com o outro, no sentido do respeito, da solidariedade, da valorização do outro na sua singularidade e da importância deste para o desenvolvimento individual e coletivo. Com a ciência, no que tange à própria compreensão do que seja a ciência e as suas implicações na sociedade (Pozo e Crespo, 2009).

A aprendizagem de tais conteúdos, pensados na perspectiva da teoria da subjetividade e sua implicação para a área de educação em ciências, implica considerar o estudante na condição de sujeito. Essa condição reconhece ele como produtor de cultura, portanto, imaginativo e criativo.

Assim, concordamos com a ideia de Alfabetização Científica segundo Chassot (2000, p. 19), que a considera “como o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem” (citado em Chassot, 2010). É justamente essa a ideia do autor, que a educação oferecida aos estudantes possa fazê-los pessoas mais críticas, capazes não apenas de fazer uma leitura de mundo, mas de transformarem o mundo³ em que vivem para melhor, como destacado anteriormente.

A transformação do mundo só é possível pela capacidade de *imaginação* que nós temos. Esta, “representa a qualidade que indica o caráter subjetivo de uma produção humana, o qual representa a única forma possível para gerar inteligibilidade sobre os significados que criamos para dirigir nossas práticas neste mundo” (González Rey, 2014, p. 44). E para o autor não está desvinculada das vivências, das emoções.

Portanto, para que haja aprendizagem o estudante precisa estar envolvido emocionalmente, ou seja, aquilo que está sendo ensinado precisa fazer sentido para ele. O que implicará diretamente nesse processo, posto que “a organização subjetiva do estudante tem espaço primordial na constituição simbólico-emocional que perpassa os processos de aprendizagem escolar” (Rossato e Mitjáns Martínez, 2011, p. 71). Porém, isso só pode ser entendido quando olhamos a aprendizagem do ponto de vista da teoria da subjetividade.

Nesse sentido, devemos pensar os objetivos do ensino de ciências e biologia como um demarcador do compromisso que a escola deve ter para contribuir com a formação dos estudantes. De tal modo, que a aprendizagem coopere com o desenvolvimento dos indivíduos e se manifeste em ações concretas diante dos problemas reais que eles devem enfrentar. Nessa perspectiva o currículo se constitui em um meio para que os estudantes reflitam a realidade local e global. Pois, como afirma Krasilchik (2000) “A exclusão social, a luta pelos direitos humanos, e a conquista da melhoria da qualidade de vida não podem ficar à margem dos currículos” (p. 89).

Dito isto, ressaltamos que, embora entendamos que “nenhuma influência externa atua diretamente sobre a ação do indivíduo, toda influência adquirirá sentido na ação a partir da forma em que é subjetivada pelo indivíduo” (Mitjáns Martínez e González Rey, 2017, p. 64), isso não nos impede, enquanto professores, de projetarmos ações intencionais que possam ser facilitadoras para a expressão da imaginação dos estudantes.

Considerações finais

Para as discussões tecidas aqui apresentamos implicações educacionais:

Ensino demonstrativo e investigativo

O estudante é passivo em uma atividade experimental demonstrativa e ativo quando está é concebida na perspectiva de ensino por investigação.

O sujeito ativo no ensino de ciências por investigação não é somente pelo fato de manusear instrumentos, mas de questionar e buscar resolver problemas para os quais inicialmente não tem uma resposta, diferindo da experimentação na concepção empírico-indutivista. No entanto, a imaginação não é um construto teórico que fundamenta tal abordagem.

As pesquisas

Embora o ensino investigativo se oriente por princípios que requeira dos estudantes que sejam imaginativos, as pesquisas sobre esses contextos de ensino não têm dado ênfase à imaginação, assim como as pesquisas que tratam da aprendizagem em ciências e biologia. Presumimos que isso deve-se ao pensamento dominante de aprendizagem como assimilação de conceitos, e que é determinada por condições externas aquele que aprende, sem considerar os aspectos subjetivos envolvidos nesse processo.

A formação do professor

Os cursos de formação de professores são projetados nos moldes da racionalidade técnica, com prescrições a serem seguidas (Contreras, 2002; Nóvoa, 2009), ou seja, de base predominantemente positivista – com os meios determinando os fins. Subestimasse assim, aquilo que é genuinamente humano – a capacidade imaginativa do professor. Nesse sentido é imprescindível que os cursos de formação fomentem momentos de autoconhecimento, com vistas à reflexão e produção de sentidos subjetivos sobre o aprender e ensinar pelos professores (Scoz, 2011). Não menos importante é envolvê-los em contextos de investigação que incentive à imaginação, quando se almeja que

3 Contexto mais próximo dos estudantes.

possam desenvolver ações nessa perspectiva de ensino. Pois como afirmam Cachapuz, Praia e Jorge:

É a pesquisa com os professores, e não só sobre os professores, que transporta para o campo conceitual e para o campo da práxis os quadros de referência que deverão ser a base de uma fundamentação epistemológica – aberta a novas temáticas e disponível para integrar valores de contemporaneidade. (2004, p. 365)

Assim, consideramos importante o estudo realizado por Valbuena e Valencia (2013, 2015), e Valbuena et. al (2013) sobre a formação em investigação em futuros professores de biologia. No sentido de que traz à tona suas concepções epistemológicas e didáticas, podendo contribuir com o autoconhecimento profissional e a reflexão da própria prática, vislumbrando mudanças educativas. Nesse sentido, compreendemos que as discussões e reflexões presentes neste texto contribuem com a formação dos professores de ciências e biologia.

Referências

- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. e Watson, J. D. (1997). *Biologia Molecular da Célula*. Artes Médicas.
- Amaral, A.L.N. e Mitjans Martínez, A. (2009). Aprendizagem criativa no ensino superior: a significação da dimensão subjetiva. Em A. Mitjans Martínez, e M. C. V. R Tacca (Orgs.), *A complexidade da aprendizagem: destaque ao ensino superior* (pp.149-192). Alínea.
- Arroio, A., Santana, R. E. e Silva, K. V. C. (2012). Visões de Ciências e Cientistas através dos desenhos: Um Estudo de Caso com Alunos dos 8º e 9º Ano do Ensino Fundamental de Escola Pública. xvi Encontro Nacional de Ensino de Química (xvi ENEQ) e x Encontro de Educação Química da Bahia (x EDUQUI), Salvador.
- Astolfi, J. P., Peterfalvi, B. e Vérin, A. (1998). *Como as Crianças Aprendem as Ciências* (M. J. Figueiredo, trad.). Coleção Horizontes Pedagógicos.
- Azevedo, M. C. P. S. (2004). Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. Em A. M. P. Carvalho (Org.), *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática* (pp. 19-33). Thomsom.
- Bassoli, F. (2014). Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência (s): mitos, tendências e distorções. *Ciênc. Educ.*, 20(3), 579-593. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000300005>
- Beane, J. A. (2003). Integração curricular: a essência de uma escola democrática. *Currículo sem Fronteiras*, 3(2), 91-110. <http://www.curriculosemfronteiras.org/vol3iss2articles/beane.pdf>
- Burkil, H. M. (1985). *The Useful Plants of West Tropical Africa* (Vol. 4). Royal Botanic Gardens.
- Caamaño, A. (2010). Los trabajos prácticos em ciências. Em M. P. J. Aleixandre (Org.), *Enseñar ciencias* (pp. 95-118). Graó.
- Cachapuz, A. F., Praia, J. F. e Jorge, M. P. (2000). *Perspectivas de Ensino de Ciências*. Centro de Estudos em Ciências (CEEC).
- Cachapuz, A. F., Praia, J. F. e Jorge, M. P. (2004). Da educação em ciências às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, 10(3), pp. 363-381. www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n3/05
- Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A. M. P., Praia, J. e Vilches, A. (Orgs.). (2011). *A Necessária renovação do ensino das ciências*. Cortez.
- Cañal, P. (1999). Investigación escolar y estrategias de enseñanza por investigación. *Investigación en la escuela*, 38, 15-36.
- Carvalho, A. M. P., Vannuchi, A. I., Barros, M. A., Gonçalves, M. E. R. e Rey, R. C. (2009). *Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico*. Scipione.
- Carvalho, A. M. P. (2013). O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas. Em A. M. P. Carvalho (Org.), *Ensino de Ciências por Investigação* (pp. 1-20). Cengage Learning.
- Carvalho, A. M. P. (2018). Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 765-794. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/download/4852/3040/>.
- Chassot, A. (2010). *Educação consciência* (2. ed.). EDUNISC.
- Contreras, J. (2002). *A autonomia de professores* (S. Trabucco, trad.). Editora Cortez.
- Corrêa, M. P. (1978). *Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas* (Vol. 3). Imprensa Nacional.
- De Robertis, E. D. P. e De Robertis Jr, E. M. F. (1993). *Bases da biologia celular e molecular*. Guanabara Koogan.

- Domínguez, X. A. (1973). *Métodos de Investigación Fitoquímica*. Editorial Limusa, S. A.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. F. e Scott, P. (1999). Construindo conhecimento científico em sala de aula. *Química Nova na Escola*, 9, 31-40.
- Egan, K. (2007). Por que a imaginação é importante na educação? Em C. Fritzen e G. S. Cabral (Orgs.), *Infância: Imaginação e educação em debate* (pp. 11-37). Papirus.
- Eiterer, M. (2010). *Quanto tempo vive uma flor?* <http://ciencianojardim.blogspot.com.br/2010/11/quanto-tempo-vive-uma-flor.html>
- Giordan, M. (1999). O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, 10, 43-49.
- Gomes, A. D. T. e Borges, A. T. (2005). Percepção de Estudantes Sobre Desenhos de Testes Experimentais. *Cad. Brás. Ens. Fís.*, 22 (1), 71-94. <https://doi.org/10.5007/%25x>
- González Rey, F. L. (2006). O sujeito que aprende. Desafios do desenvolvimento da aprendizagem na psicologia e na prática pedagógica. Em M. C. V. R. Tacca (org.), *Aprendizagem e Trabalho Pedagógico* (pp. 29-44). Alínea.
- González Rey, F. L. (2012). A configuração subjetiva dos processos psíquicos: avançando na compreensão da aprendizagem como produção subjetiva. Em A. Mitjans Martínez, B. Scoz, e M. Castanho (Orgs), *Ensino e Aprendizagem: a subjetividade em foco* (pp. 21-41). Liber Livro.
- González Rey, F. L. (2014). A imaginação como produção subjetiva: as ideias e os modelos da produção intelectual. Em A. Mitjans Martínez e P. Álvarez (Orgs), *O sujeito que aprende: diálogo entre a psicanálise e o enfoque histórico-cultural* (pp. 35-61). Liber Livro.
- González Rey, F. L. e Mitjans Martínez, A. (2017). *Subjetividade: teoria, epistemologia e método*. Alínea.
- Harlen, W. (2007). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Edições Morata.
- Hodson, D. (1988). Experimento na Ciência e no Ensino de Ciências. *Educational Philosophy and Theory*, 20, 53-66. <http://www.iq.usp.br/wwwdocentes/palporto/texto>
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), 299-313.
- Junqueira, L. C. e Carneiro, J. (1991). *Biologia celular e molecular* (5. ed.). Guanabara Koogan.
- Krasilchik, M. (2000). Reformas e Realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em perspectiva*, 10(1), 85-93.
- Laburú, C. E. e Zômpero, A. F. (2011). Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Rev. Ensaio, Belo Horizonte*, 13(3), 67-80. <https://doi.org/10.1590/1983-21172011130305>
- Lopes, T. e Precioso, J. (2016). Causas do insucesso escolar na disciplina de Biologia e Geologia do Ensino Secundário em Portugal e vias para o prevenir: um estudo efetuado com professores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 1-23.
- Lorenzi, H. e Souza, H. M. (2008). *Plantas Ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras* (4. ed.). Instituto Plantarum.
- Malheiro, J. M. S. (2016). Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. *ACTIO: Docência em Ciências*, 1(1), 107-126.
- Mitjans Martínez, A. (2012). Aprendizagem criativa: uma aprendizagem diferente. Em A. Mitjans Martínez, B. Scoz, e M. Castanho (Orgs), *Ensino e Aprendizagem: a subjetividade em foco* (pp. 85-109). Liber Livro.
- Mitjans Martínez, A. (2014). O lugar da imaginação na aprendizagem escolar: suas implicações para o trabalho pedagógico. Em A. Mitjans Martínez e P. Álvarez (Orgs), *O sujeito que aprende: diálogo entre a psicanálise e o enfoque histórico-cultural* (pp. 63-97). Liber Livro.
- Mitjans Martínez, A., e González Rey, F. (2017). *Psicologia, educação e aprendizagem escolar: avançando na contribuição da leitura cultural-histórica*. Cortez.
- Mortimer, E. F. e Machado, A. H. (2001). Elaboração de conflitos e anomalias na sala de aula. Em F. Eduardo, A. L. Mortimer. B. Smolka (Org.) *Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula* (pp. 107-138). Editora Autêntica.
- Nascimento, M. C., Almeida, E. S. e Silva, N. S. (2008). Fenômenos Químicos e Físicos Alterando o Fenótipo do Organismo. R. D. Lopes, I. K. Ficheman, E. Saggio (Orgs), *Feira de Brasileira de Ciência e Engenharia – Resumos FEBRACE*. EPUSP.

- Nascimento, M. C. (2016). *Práticas Investigativas com Professores de Ciências: contribuições para a formação e para o ensino*. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemáticas) – Universidade Federal do Pará, Belém/Pará/Brasil.
- Nascimento, M. C. e Parente, A. G. L. (2019). Imagem e Aprendizagem de Ciências no Contexto de Práticas Investigativas. XII ENPEC–*Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Natal – RN.
- Nóvoa, A. (2009). *Professores: imagens do futuro presente*. EDUCA. <https://rosaurasoligo.files.wordpress.com/2017/04/antc3b3nio-nc3b3voa-professores-imagens-do-futuro-presente.pdf>.
- Parente, A. G. L. (2012). *Práticas de investigação no ensino de ciências: percursos de formação de professores*. [Tese Doutorado em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista – UNESP].
- Pietrocola, M. (2004). Curiosidade e Imaginação – Os Caminhos do Conhecimento nas Ciências, nas Artes e no Ensino. Em A. M. P. Carvalho (Org.), *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática* (pp.119-133). Thomsom,
- Pozo, J. L. e Crespo, M. A. G. (2009). *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Artmed.
- Raven, P. H., Evert, R. F. e Eichharn, S. E. (2014 [1996]). *Biologia Vegetal*. Guanabara Koogan.
- Rossato, M. e Mitjans Martínez, A. (2011). A Superação das Dificuldades de Aprendizagem e as Mudanças na Subjetividade. Em A. Mitjans Martínez, e M. C. V. R. Tacca, *Possibilidades de Aprendizagem: ações pedagógicas para alunos com dificuldades e deficiência*. Alínea.
- Sasseron, L. H. e Machado, V. F. (2017). *Alfabetização Científica na Prática: inovando a forma de ensinar física* (M. P. O. Pietrecola, coord.). Editora Livraria da Física (Série Professor Inovador).
- Scarpa, D. L. e Silva, M. B. (2013). A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. Em A. M. P. Carvalho (Org.), *Ensino de Ciências por Investigação* (pp. 129-152). Cengage Learning.
- Scorz, B. (2011). *Identidade e subjetividade de professores: sentidos do aprender e do ensinar* (2. ed.). Vozes.
- Silva, L. H. A. e Zanon, L. B. (2000). A experimentação no ensino de ciências. Em R. P. Schnetzler e R. M. R. Aragão, (Org.). *Ensino de ciências: fundamentos e abordagens*. R. Vieira Gráfica e Editora Ltda.
- Snustad, D. P. e Simmons, M. J. (2008). *Fundamentos de Genética*. Guanabara Koogan.
- Tacca, M. C. V. R. (2006). Estratégias pedagógicas: conceituação e desdobramentos com foto nas relações professor-aluno. Em *Aprendizagem e trabalho pedagógico* (pp. 45–68). Editora Alínea.
- Valbuena, E. e Puentes, M. (2010). Sistema de categorías para análisis didáctico de los trabajos prácticos en la enseñanza de la biología. *Bio-grafia: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*. 3(5), pp. 83-101. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.3num.5bio-grafia83.101>
- Valbuena, E. e Correa, M. (2011). Aproximación al estado del arte sobre los trabajos prácticos en la biología: Hallazgos relacionados con los problemas de investigación durante el período (2004-2006). *Bio-grafia Escritos sobre la Biología y su Enseñanza, número extraordinario*, 311-319.
- Valbuena, E. e Correa, M. (2012). Estado del arte sobre los trabajos prácticos en la enseñanza de la biología abordados en publicaciones (2004-2006): Resultados relacionados con la imagen de práctica. *Bio-grafia Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 5(8), 117-135. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.5num.8bio-grafia117.135>
- Valbuena, E. e Correa, M. (2013). Estado del arte sobre los trabajos prácticos en la enseñanza de la biología abordados en publicaciones (2004-2008): Resultados relacionados con las finalidades. *Bio-grafia Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, (número extraordinario), 695-704. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia695.704>
- Valbuena, E. e Valencia, N. (2013). Formación en investigación en futuros profesores. El caso de sexto semestre de licenciatura en biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Planteamiento del problema. *Bio-grafia Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, (número extraordinario), 858-866. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia871.881>

Valbuena, E., Moreno, J. A. C., Pichardo, A. A. H., Ovalle, Y. C. V., Castro, L. M. T., e Bareño, L. A. A. (2013). Formación en investigación en futuros profesores de biología. Validación de un instrumento para indagar experiencias y referentes sobre investigación. *Bio-grafía Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, (número extraordinario), 822-837. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia822.837>

Valbuena, E. e Valencia, N. (2015). Formación en investigación en futuros profesores. El caso de sexto semestre de licenciatura en biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Planteamiento del problema. *Bio-grafía Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, (número extraordinario), 871-881. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia871.881>